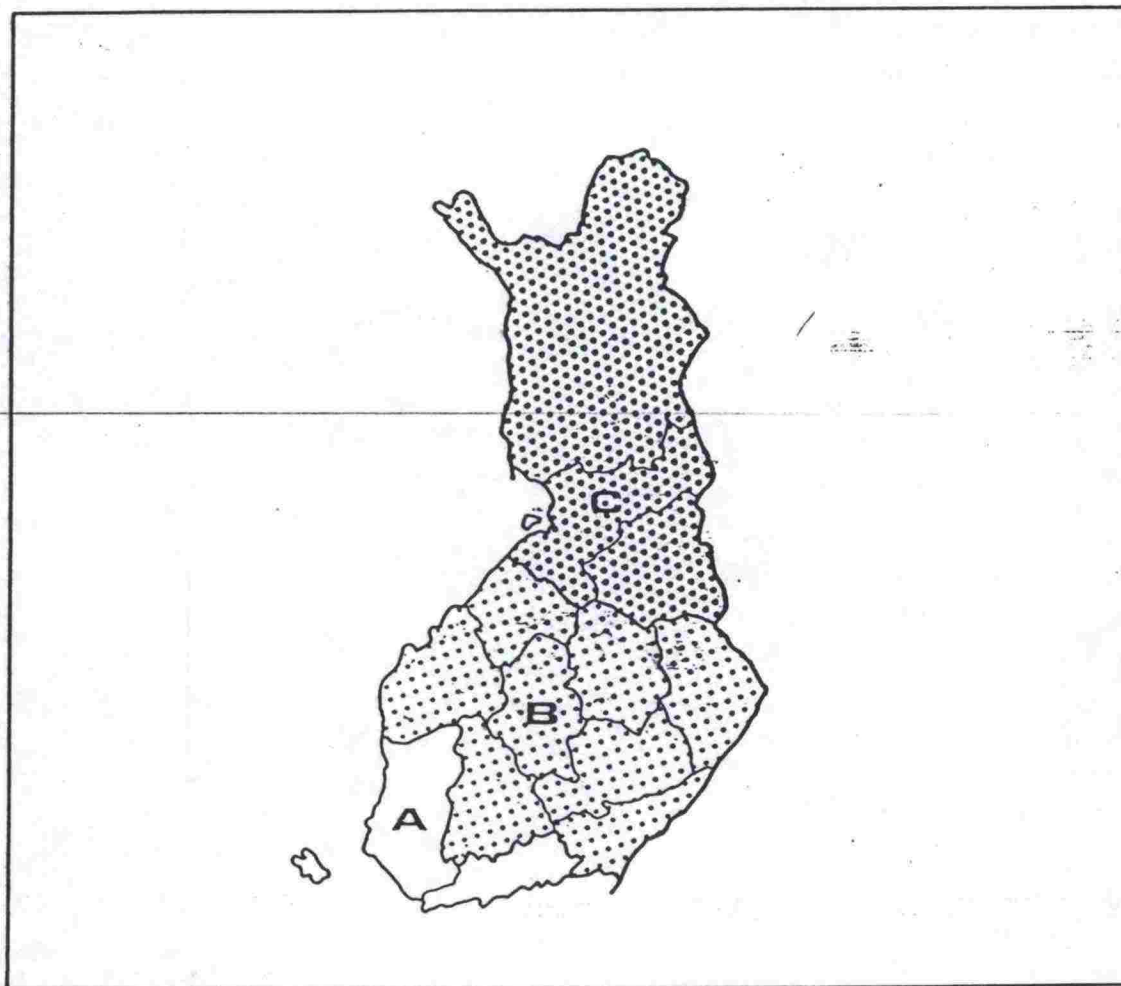


TVH

TIE - JA VESIRAKENNUSHALLITUS



TIENPÄÄLLYSTEKIVIAINESTEN LUJUUS - JA MUOTO-OMINAI- SUUKSIEN LAATUVAATIMUKSET

MAATUTKIMUSTOIMISTO
TUTKIMUSTOIMISTO



87 744

TIENPÄÄLLYTEKIVIAINESTEN LUJUUS- JA MUOTO-
OMINAISUUKSIEN LAATUVAATIMUKSET.

Tie- ja vesirakennushallitus
Maatutkimustoimisto
Tutkimustoimisto
Helsinki 1980

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto	Sivu 1
2. Tutkimuksen suoritus	2
2.1 Aineiston käsittely ATK:lla	2
2.2 Kirjallisuusselvitys	2
3. Tuloksia	2
3.1 Tilanne nykyisten vaatimusten ollessa voimassa	2
3.10 Yleistä	2
3.11 Lujuus- ja muotoarvojen keskinäiset riippuvuudet aineistossa	3
3.12 Aineistossa olevien näytteiden sijoittuminen luokkiin eri kriteereiden mukaan	5
3.2 Uudet luokkarajat	8
3.21 Luokkiin jakautuminen	8
3.22 Vaatimusrajojen määrittäminen aineiston keskiarvojen ja hajontojen perusteella	9
3.221 Lujuusominaisuudet	9
3.222 Muoto-ominaisuudet	10
3.23 Sääolosuhteiden vaikutus tienpäällysteisiin	12
3.24 Ehdotus luokkarajoiksi	13
3.25 Lujuus- ja muoto-ominaisuuksien vaikutuksesta kulutuskestävyyteen	17
3.26 Kiviaineksen laatuvaatimukset sitomattoman kantavan kerroksen materiaalille	18
4. Yhteenveto, suositukset	19
4.1 Yhteenveto	19
4.2 Suositukset	20
4.21 Välittömät toimenpiteet	20
4.22 Jatkotoimenpiteet	20
5. Kirjallisuusluettelo	21
LIITE 1	Murskausaineiston näytteiden muoto- ja lujuusarvojen korrelaatio-kertoimet piireittäin
LIITE 2	Aineiston jakautuminen piireittäin, kun koko maan tavoite-jakautuma on I 45 %, II 45 % ja III 5 %
LIITE 3	Aineiston jakautuminen luokkiin voimassa olevien luokkarajojen mukaan
LIITE 4	Kivitutkimusseloste - lomake

1. JOHDANTO

Eräissä TVL:n piireissä on ollut vaikeata saada murskattua materiaalia, joka täyttäisi nykyiset päällystekiviainesten lujuus- ja muoto-ominaisuuksien vaatimukset. Useassa tapauksessa ja eräissä TVL:n piireissä on varsin yleisesti annettu erillislupia vaatimuksista poikkeamiseen. Tämä erillislupien antaminen on omiaan vähentämään vaatimusrajojen merkitystä.

Nykyisistä vaatimusrajoista poikkeamisen ei ole voitu todeta ratkaisevasti vaikuttaneen päällysteiden kulutuskestävyyttä heikentävästi, joten vaikuttaa ilmeiseltä, että nykyiset laaturajat sekä lujuuden että muotoarvojen osalta ovat liian tiukat. Liian tiukat rajat johtavat kuljetuskustannusten kasvuun, kun materiaalin ottoa ja murskausta ei voida toteuttaa rakennuskohteen kannalta edullisimmassa paikassa.

TVL:n rakennustoiminnan tavoitteissa 1980 on esitetty kuljetusten taloudellisuuden ja tuottavuuden parantamiselle + 2,5 %:n tavoite. Vaatimusten tarkistaminen tarjoaa erään keinon tämän tavoitteen toteuttamiseksi.

Edellä esitetyn perusteella ja koko maan saattamiseksi yhteinäisten laatuvaatimusten piiriin käynnistettiin TVH:ssa (v. 1979) tutkimus selvittämään edellytyksiä murskaustuotteiden lujuus- ja muotovaatimusten tarkistamiseksi.

Tässä yhteenvedossa esitellään tutkimuksen tulokset ja muutosehdotukset.

Työryhmään ovat kuuluneet Reijo Orama (puh.joht.), Mikko Suomalainen, Mats Reihe, Seppo Lehtonen ja Matti Partanen (siht.) maatutkimustoimistosta ja René Tigerstedt tutkimustoimistosta.

2. TUTKIMUKSEN SUORITUS

2.1 Aineiston käsittely ATK:lla

Selvitystyön aineisto koostuu TVL:n keskuslaboratoriossa tutkitusta 949 kiviainesnäytteestä. Näiden tutkimustulosten pohjalta suoritettiin tietokoneella regressioanalyysjä ja jakautumaselvityksiä, joilla pyrittiin selvittämään ko. kivilajiominaisuuksien (lujuus- ja muoto-) esiintymistä eri piirien kivilajeissa. ATK-käsittelyllä pyrittiin myös löytämään sellaiset luokkarajat, että kaikki TVL:n piirit olisivat luokituksen piirissä, ja että kiviaineksesta valmistetun päällysteen kulutuskestävyys ei oleellisesti muuttuisi nykyisestä, jos rajoja muutettaisiin.

2.2 Kirjallisuusselvitys

Lujuusominaisuuksien ja muoto-ominaisuuksien vaikutusta päällysteen kulutuskestävyyteen pyrittiin selvittämään kohdassa 5. luetellun kirjallisuuden avulla.

3. TULOKSIA

3.1 Tilanne nykyisten vaatimusten ollessa voimassa

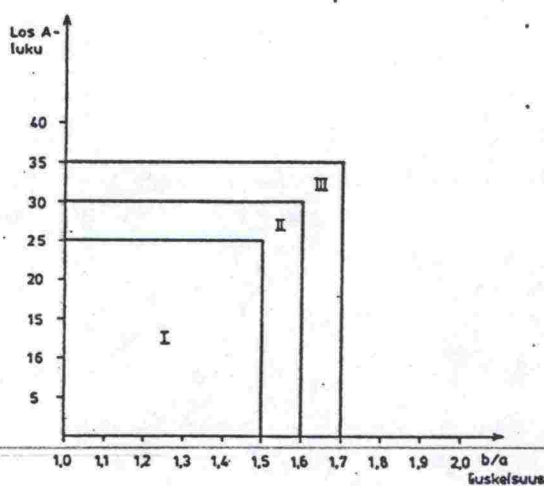
3.10 Yleistä

Murskaustuotteet jaetaan lujuus- ja muoto-ominaisuuksien perusteella luokkiin. Tällöin lujuusominaisuuksia mitataan Los Angeles-luvun ja parannetun haurausarvon avulla ja muoto-ominaisuuksia puikkoisuus- ja liuskeisuusarvoilla. Taulukossa 1 esitetään kiviainekselle asetettavat lujuus- ja muotovaatimukset.

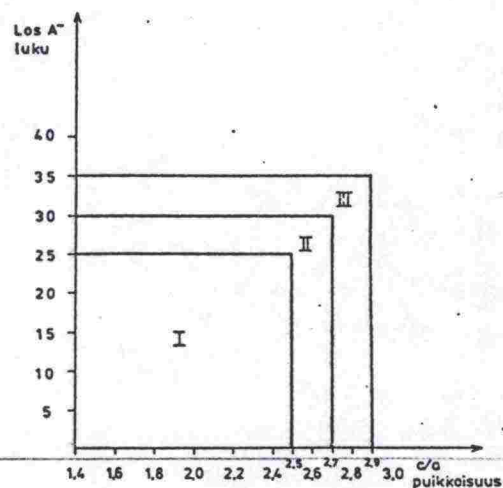
Taulukko 1: Kiviaineksen lujuus- ja muotovaatimukset

Laatu-luokka	Los-Angeles-luku	Parannettu haurausarvo	Muotoarvo	
			c/a puikkoisuus	b/a liuskeisuus
I	< 25	< 18	< 2,5	< 1,5
II	< 30	< 22	< 2,7	< 1,6
III	< 35	< 27	< 2,9	< 1,7

Kuvissa 1 ja 2 on esitetty kaavamaisesti tällä hetkellä (v. 1980) voimassa olevat laatuvaatimukset Los Angeles-luvun ja muotoarvojen osalta.



KUVA 1 Nykyiset vaatimusrajat Los Angeles-luvun ja liuskeisuuden suhteen

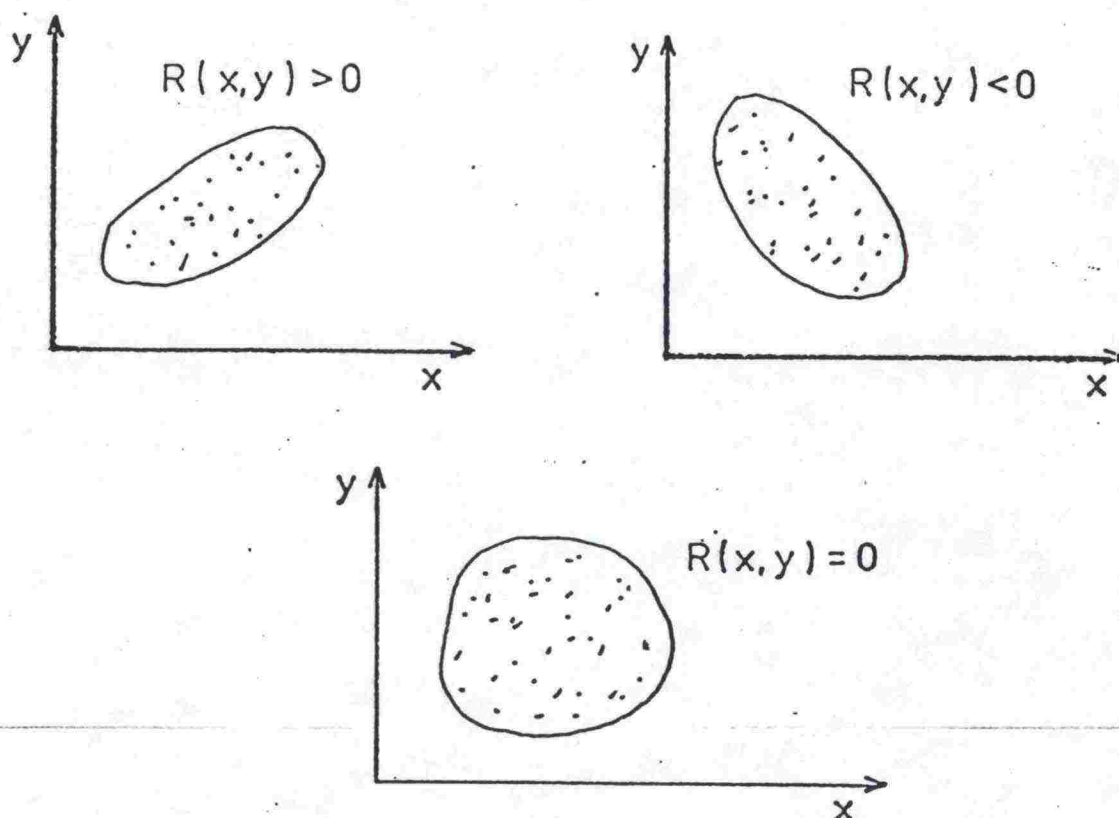


KUVA 2 Nykyiset vaatimusrajat Los Angeles-luvun ja puikkoisuuden suhteen

Seuraavassa on 949:n kiviainesnäytteen osalta tarkasteltu yllä mainittujen suureiden keskinäisiä riippuvuuksia aineistossa ja näytteiden sijoittumista luokkiin eri kriteerien perusteella.

3.11 Lujuus- ja muotoarvojen keskinäiset riippuvuudet aineistossa

Lujuus- ja muotoarvojen keskinäisiä riippuvuuksia on selvitetty ensinnäkin laskemalla ao. muuttujien väliset pareittaiset korrelaatiokertoimet. Nämä kertoimet voivat saada arvoja välillä $(-1, 1)$ jolloin arvo -1 merkitsee täydellistä negatiivista lineaarista riippuvuutta ja $+1$ vastaavasti positiivista. Asiaa selventää kuva 3, jossa korrelaatiokerrointa on merkitty $R(x, y)$.



Kuva 3. Arvoparijoukon korrelaatiokertoimen ominaisuuksia

Taulukko 2: Lujuus- ja muotoarvojen väliset korrelaatiokertoimet (koko maan aineisto) $N = 949$

	Muoto- arvo (puikkoisuus)	Muoto- arvo (liuskeisuus)	Hauraus
Muotoarvo (liuskeisuus)	0,92		
Hauraus	0,14	0,085	
Los Angeles-luku	- 0,18	- 0,22	0,75

Taulukosta 2 ilmenee, että lujuusarvojen (Los A ja hauraus) ja muotoarvojen (puikkoisuus ja liuskeisuus) välillä on selvästi positiivinen korrelaatio. Sen sijaan esim. Los A-luvun ja molempien muotoarvojen välillä vallitsee lievästi negatiivinen korrelaatio. Tämä ilmentää sitä, että Los A-luku ja muotoarvot ovat eräässä mielessä yhteensovittamattomia kriteerejä. Toisin sanoen esiintyy huomattava määrä sellaisia näytteitä, jotka Los A-arvon mukaan kuuluisivat luokkaan I, mutta liuskeisuusarvon mukaan eivät sijoitu luokkiin ollenkaan. Tätä asiaa käsitellään tarkemmin alempana. Liitteessä 1 on laskettu lujuus- ja muotoarvojen väliset korrelaatiokertoimet piireittäin.

Näiden kertoimien pohjalta voidaan hyvin pitkälle tehdä samat johtopäätökset kuin koko aineiston kertoimista. Kaikissa piireissä, Kainuun piiriä lukuun ottamatta vallitsee suhteellisen voimakas korrelaatio lujuusarvojen kesken ja muotoarvojen kesken kun taas muoto- ja lujuusarvojen väliset kertoimet ovat joko heikosti positiivisia tai heikosti negatiivisia.

3.12 Aineistossa olevien näytteiden sijoittuminen luokkiin eri kriteereiden mukaan

Seuraavassa esiintyvien taulukoiden tarkoituksena on antaa kuva siitä, miten tarkasteltavat näytteet eri lujuus- ja muoto-kriteerien mukaan sijoittuvat laatuluokkiin.

Taulukko 3 a: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella.
Koko maa N = 949 ¹⁾

Laatu- luokka	Los A luku	%- osuus	Par. hauraus	%- osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	%- osuus	lius- keisuus	%- osuus
I	< 25	45	< 18	22	< 2,5	47	< 1,5	6
II	< 30	31	< 22	29	< 2,7	20	< 1,6	18
III	< 35	15	< 27	30	< 2,9	14	< 1,7	30
IV	≥ 35	9	≥ 27	19	≥ 2,9	19	≥ 1,7	46

1) N tarkoittaa sitä näytteiden lukumäärää, josta taulukossa esiintyvät prosenttiluvut on laskettu.

Taulukko 3 b: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella.
(Voimassa olevat luokkarajat) Uudenmaan piiri N = 201

Laatu- luokka	Los A luku	%- osuus	Par. hauraus	%- osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	%- osuus	lius- keisuus	%- osuus
I	< 25	60	< 18	33	< 2,5	54	< 1,5	7
II	< 30	28	< 22	30	< 2,7	13	< 1,6	20
III	< 35	9	< 27	28	< 2,9	13	< 1,7	30
IV	≥ 35	4	≥ 27	9	≥ 2,9	20	≥ 1,7	43

Taulukko 3 c: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella.
(Voimassa olevat luokkarajat) Vaasan piiri
N = 110

Laatu- luokka	Los A luku	%- osuus	Par. hauraus	%- osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	%- osuus	lius- keisuus	%- osuus
I	< 25	28	< 18	12	< 2,5	46	< 1,5	6
II	< 30	27	< 22	25	< 2,7	24	< 1,6	21
III	< 35	25	< 27	34	< 2,9	13	< 1,7	26
IV	≥ 35	20	≥ 27	30	≥ 2,9	17	≥ 1,7	46

Taulukoissa 3 a - c esiintyvät prosenttiluvut kertovat aineiston jakautumisesta eri laatuluokkiin, kun tarkastellaan yhtä muoto- tai lujuuskriteeriä kerrallaan. Siten taulukosta 3 a näkyy esim. että kaikista näytteistä vain 6 % täyttää liuskeisuuden suhteen I luokan vaatimukset. Liuskeisuusvaatimus on taulukoiden 3 a - c mukaan selvästi muita kriteerejä ankarampi. Taulukoiden 3 b ja 3 c vertailu osoittaa, että kiviaines on keskimäärin lujempaa Uudenmaan piirissä kuin Vaasan piirissä. Muotoarvojen suhteen, sen sijaan, selviä eroja ei ole havaittavissa.

Taulukoissa 4 - 7 on poimittu erikseen Los Angeles-luvun mukaan määrättyyn luokkaan sijoittuvat näytteet (Poiminta on suoritettu koko maan aineistosta.) ja tarkasteltu näiden sijoittumista luokkiin muiden kriteerien mukaan. Syynä siihen, että tarkastelu on tehty Los Angeles-luvun perusteella on ensinnäkin se, että tämä tunnusluku koetaan muita tärkeämmäksi. Toiseksi sama tarkastelu suoritettuna muiden muuttujien osalta tuottaa erittäin suuren määrän taulukoita, joiden antama lisäinformaation määrä on kyseenalainen.

Taulukko 4: Los A-luvun mukaan I laatuluokkaan sijoittuneiden näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin muiden kriteerien mukaan. N = 429

Laatu-luokka	Parann. hauraus	%-osuus	Muotoarvo			
			puikkoi-suus	%-osuus	liuskei-suus	%-osuus
I	< 18	42	< 2,5	43	< 1,5	5
II	< 22	35	< 2,7	20	< 1,6	11
III	< 27	20	< 2,9	15	< 1,7	31
IV	≥ 27	4	≥ 2,9	22	≥ 1,7	53

Taulukko 5: Los A-luvun mukaan II laatuluokkaan sijoittuneiden näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin muiden kriteerien mukaan. N = 295

Laatu-luokka	Parann. hauraus	%-osuus	Muotoarvo			
			puikkoi-suus	%-osuus	lius-keisuus	%-osuus
I	< 18	9	< 2,5	48	< 1,5	3
II	< 22	31	< 2,7	21	< 1,6	23
III	< 27	45	< 2,9	14	< 1,7	31
IV	≥ 27	16	≥ 2,9	17	≥ 1,7	43

Taulukko 6: Los A-luvun mukaan III laatuluokkaan sijoittuneiden näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin muiden kriteerien mukaan. N = 141

Laatu-luokka	Parann. hauraus	%-osuus	Muotoarvo			
			puik-koisuus	%-osuus	lius-keisuus	%-osuus
I	< 18	1	< 2,5	54	< 1,5	13
II	< 22	21	< 2,7	17	< 1,6	26
III	< 27	43	< 2,9	11	< 1,7	21
IV	≥ 27	34	≥ 2,9	18	≥ 1,7	40

Taulukko 7: Los A-luvun mukaan IV laatuluokkaan sijoittuneiden näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin muiden kriteerien mukaan. N = 84

Laatu-luokka	Parann. hauraus	%-osuus	Muotoarvo			
			puik-koisuus	%-osuus	lius-keisuus	%-osuus
I	< 18	0	< 2,5	58	< 1,5	13
II	< 22	2	< 2,7	14	< 1,6	27
III	< 27	10	< 2,9	11	< 1,7	30
IV	≥ 27	88	< 2,9	17	≥ 1,7	30

Taulukot 4 - 7 oikeastaan vain vahvistavat ja selventävät sitä mitä jo aikaisempien taulukoiden ja korrelaatioiden perusteella on käynyt ilmi. Siten voidaan esim. todeta, että haurausarvo- ja Los Angeles-lukuvaatimukset eivät ole pahasti keskenään ristiriidassa, mutta niiden välillä vallitsee tasoero. Sen sijaan Los Angeles-luku- ja liuskeisuusarvovaatimukset ovat usean näytteen osalta keskenään ristiriitaisia. Taulukon 4 mukaan 53 % Los A-luvun mukaan I luokkaan sijoittuneista näytteistä eivät liuskeisuuskriteerin mukaan mahdu varsinaisiin laatuluokkiin. Toisaalta taas Los A-luvun mukaan luokkien ulkopuolelle jäävistä näytteistä jopa 40 % sijoittuu liuskeisuutensa puolesta I ja II luokkaan. Eri kriteerien välisiä tasoeroja on helppo poistaa muuttamalla luokkarajoja, mutta kun kaksi kriteeriä ovat keskenään ristiriitaisia, niin tämä johtaa vääjäämättä siihen, että hyvin harvat näytteet toteuttavat molemmat kriteerit yhtä aikaa. Mainittakoon, että nyt tarkasteltavana olleista 949:stä näytteestä 15 eli 1,6 % toteuttaa I luokan vaatimukset yhtä aikaa kaikkien kriteerien osalta.

3.2 Uudet luokkarajat

3.21 Luokkiin jakautuminen

Mikäli kriteerien välisiä tasoeroja haluttaisiin poistaa, voisi lähtökohtana olla aineiston jakautuminen laatuluokkiin (jokaisen kriteerin mukaan erikseen) esim. seuraavasti:

I	30 %
II	30 %
III	30 %
IV	10 %

Jos halutaan, että käsillä oleva aineisto keskimäärin koko maan osalta toteuttaisi yllä olevan jakautuman, olisi luokkarajat asetettava taulukon 8 mukaisesti (kunkin sarakkeen oikeanpuoleinen luku). Täsmälleen asetettuun tavoitejakautumaan ei päästä, sillä luokkarajoissa on haluttu käyttää samaa tarkkuutta kuin voimassaolevien luokkarajojen suhteen on käytetty.

Taulukko 8: Kiviaineksen lujuus- ja muotovaatimukset

Laatu- luokka	Los-Angeles- luku		Parannettu haurausarvo		Muotoarvo		c/a puikkoisuus	b/a liuskeisuus
I	< 25	23	< 18	19	< 2,5	2,4	< 1,5	1,6
II	< 30	27	< 22	23	< 2,7	2,6	< 1,6	1,7
III	< 35	35	< 27	30	< 2,9	3,1	< 1,7	2,0

Taulukossa 9 esitetään luokkarajat tavoitejakautumalle I 45 %, II 45 %, III 5 %.

Taulukko 9: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatu-
luokkiin eri kriteerien perusteella (luokitus B,
koko maa) Koko maa N = 949

Laatu- luokka	Los A- luku	%- osuus	Par. hauraus	%- osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	%- osuus	lius- keisuus	%- osuus
I	≤ 25	45	≤ 21	44	≤ 2,5	48	≤ 1,7	54
II	≤ 35	46	≤ 30	47	≤ 3,1	42	≤ 2,0	37
III	≤ 38	3	< 33	4	≤ 3,3	5	≤ 2,1	5

Liitteiden 2 ja 3 taulukoista näkyy murskausaineiston jakautuminen laatuluokkiin eri kriteerien mukaan piireittäin. Taulukot on laskettu erikseen voimassa olevilla rajoilla ja (likimain) tavoitejakautumaan (45 + 45 + 5) johtavilla uusilla luokkarajoilla. Näiden taulukoiden tarkastelu osoittaa, että vaikka keskimäärin päästäänkin tavoitejakautumaan, niin piirikohdaiset poikkeamat ovat huomattavankin suuria.

On kuitenkin aina pidettävä mielessä, että lujuus- ja muotoarvojen rajoista päätettäessä on ensisijaisesti otettava huomioon näiden tekijöiden vaikutus päällysteen laatuun. Tätä onkin jäljempänä selvitetty kirjallisuuden avulla.

3.22 Vaatimusrajojen määrittäminen aineiston keskiarvojen ja hajontojen perusteella

3.221 Lujuusominaisuudet

Tutkitun aineiston (N = 949) keskiarvot ja keskihajonnat olivat (taulukko 10):

Taulukko 10: Lujuusominaisuuksien keskiarvot ja -hajonnat

	KA	HAJONTA
Los Angeles luku	26,45	6,70
Parannettu haurausarvo	22,53	5,68

Näiden perusteella rajat voitaisiin määrätä seuraaviksi (taulukko 11):

Taulukko 11: Lujuusominaisuuksien laatuvaatimukset N = 949

Laatu luokka	Los Angeles-luku		Parannettu hauraus	
	rajat	%-osuus	rajat	%-osuus
I	< 28	91	< 24	90
II	< 35		< 30	
III	< 40		< 34	

Tällaisella rajojen asettelulla saadaan n. 90 % koko maan aineistosta sijoittumaan kahteen ensimmäiseen laatuluokkaan. Vaasan piirissä määrä on n. 80-85 %, Lapin piirissä n. 45 % ja Oulun piirissä 84-75 %. Jos säilytettäisiin nykyiset ohje-rajat, täyttäisi koko maan aineistosta toisen luokan (kuumapäällysten) vaatimukset n. 76 % Los Angeles -luvun osalta ja 51 % parannetun haurausarvon osalta. Se johtaisi kuitenkin eräissä piireissä jatkuvaan vaatimuksista poikkeamiseen. Taulukon 11 rajoja ei kuitenkaan sellaisenaan voitane ottaa vaatimusrajoiksi. Miksi näin - selviää jäljempänä.

3.222 Muoto-ominaisuudet

Puikkoisuudelle ja liuskeisuudelle saatiin seuraavat keskiarvot ja -hajonnat.

Taulukko 12: Muotoarvojen keskiarvot ja -hajonnat

	KA	HAJONTA
Puikkoisuus	2,60	0,38
Liuskeisuus	1,72	0,18

Rajat voitaisiin edellä esitetyin perustein määrätä seuraaviksi (taulukko 13):

Taulukko 13. Muoto-ominaisuuksien laatuvaatimukset $N = 949$

Laatu luokka	Puikkoisuus rajat	%-osuus	Liuskeisuus rajat	%-osuus
I	< 2,6	90	< 1,7	90
II	< 3,1		< 2,0	
III	< 3,3		< 2,1	

Koska muotoarvojen merkitystä päällysteen ominaisuuksiin on vähän tutkittu ja siitä löytyy kirjallisuudesta vain hyvin vähän tietoa, suoritettiin suppea regressioanalyysi Piikkiön koetielällä käytetystä kiviaineksesta /17/. Muotoarvoja koske-
vasta tutkimusaineistosta saatiin seuraavat tulokset:

puikkoisuus

tuloksista parhaimman korrelaation antaa malli (kuva 4):

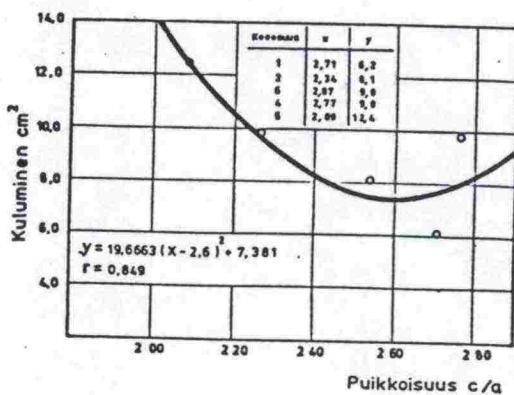
$$y = 19.6663 (x - 2.6)^2 + 7.3815, \text{ missä}$$

$$y = \text{kuluminen cm}^2$$

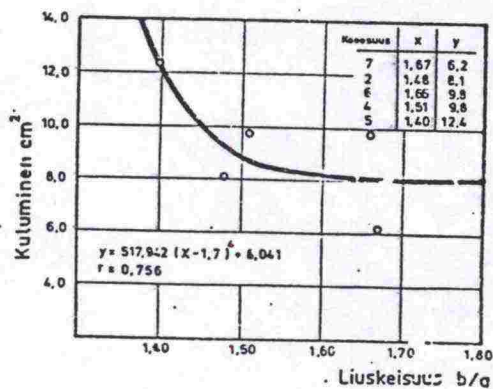
$x = \text{puikkoisuuden numeroarvo}$

mallin korrelaatiokerroin: $r = 0.849$.

Edellä esitetystä mallista nähdään, että 2.6 on se taso, jolla kuluminen on pienintä.



Kuva 4. Kuluminen puikkoisuuden funktiona /17/



Kuva 5. Kuluminen liuskeisuuden funktiona /17/

liuskeisuus

Parhaiten korreloi malli (kuva 5):

$$y = 517.942 (x - 1.7)^4 + 8.041, \text{ missä}$$

$$y = \text{kuluminen cm}^2$$

x = liuskeisuuden arvo

mallin korrelaatiokerroin $r = 0.756$.

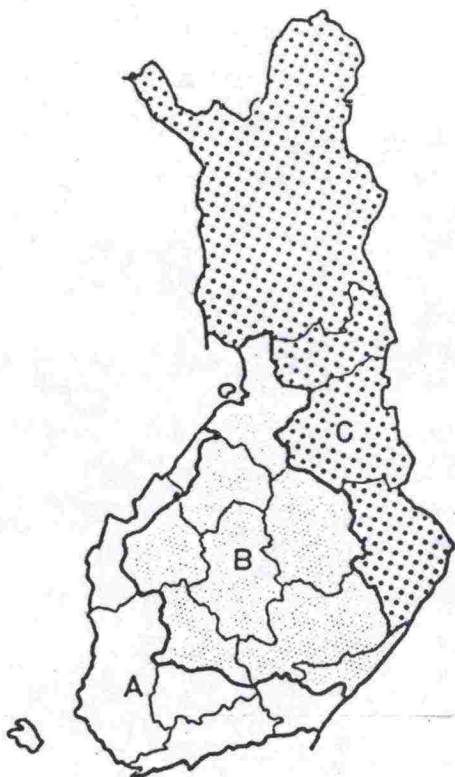
Nähdään, että kuluminen on pienintä liuskeisuuden ollessa $x = 1.7$.

Jotta päästäisiin samaan tiiviyyteen on tiivistystyötä tehtävä enemmän puikkoisilla ja liuskeisilla runkoaineilla kuin isometrisistä rakeista koostuvilla runkoaineilla. Puikkoisilla ja liuskeisilla massoilla päädytään tällöin kuitenkin huomattavasti stabiilimpaan päällysteeseen /1/.

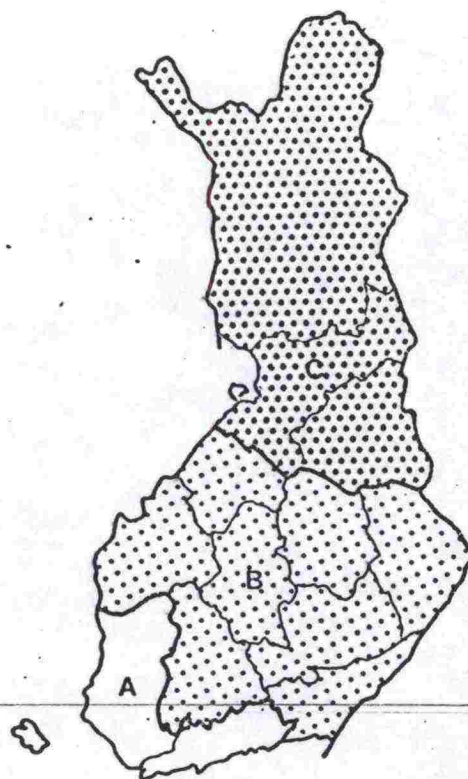
3.23 Sääolosuhteiden vaikutus tienpäällysteisiin

Neste Oy:n tutkimuksen /6/ mukaan vesi vaikuttaa päällysteen kulumiseen siten, että märkäkuluminen on moninkertaista kuivakulumiseen nähden. TVH:n ohjeessa "Päällystesuunnittelu" /14/ todetaan, että päällysteet kuluvat märkänä 2 - 7 kertaa niin nopeasti kuin kuivana. Kun kosteudella on näin merkittävä vaikutus päällysteen kulutuskestävyyteen, on tarkoituksenmukaista asettaa laatuvaatimukset alueittain. Aluejaon perusteena tulee ensisijaisesti olla sen ajan pituus, jolloin päällyste pysyy kosteana.

TVL:n käytössä on kunnossapitoalueiden jako kuvan 6 a mukaisesti /15/. Tämä jako on tehty sillä perusteella, että kullakin alueella sää vaikuttaa keskimäärin samalla tavalla kunnossapitotarpeeseen. Näin ollen voidaan säähavaintotilastojen ja suolankäyttömäärien perusteella olettaa, että aika, jolloin päällyste pysyy kosteana on kullakin alueella keskimäärin yhtä pitkä. Alueiden välillä puolestaan edellä mainitut keskimääräiset ajat poikkeavat huomattavasti toisistaan.



Kuva 6 a Kunnossapitoalueet



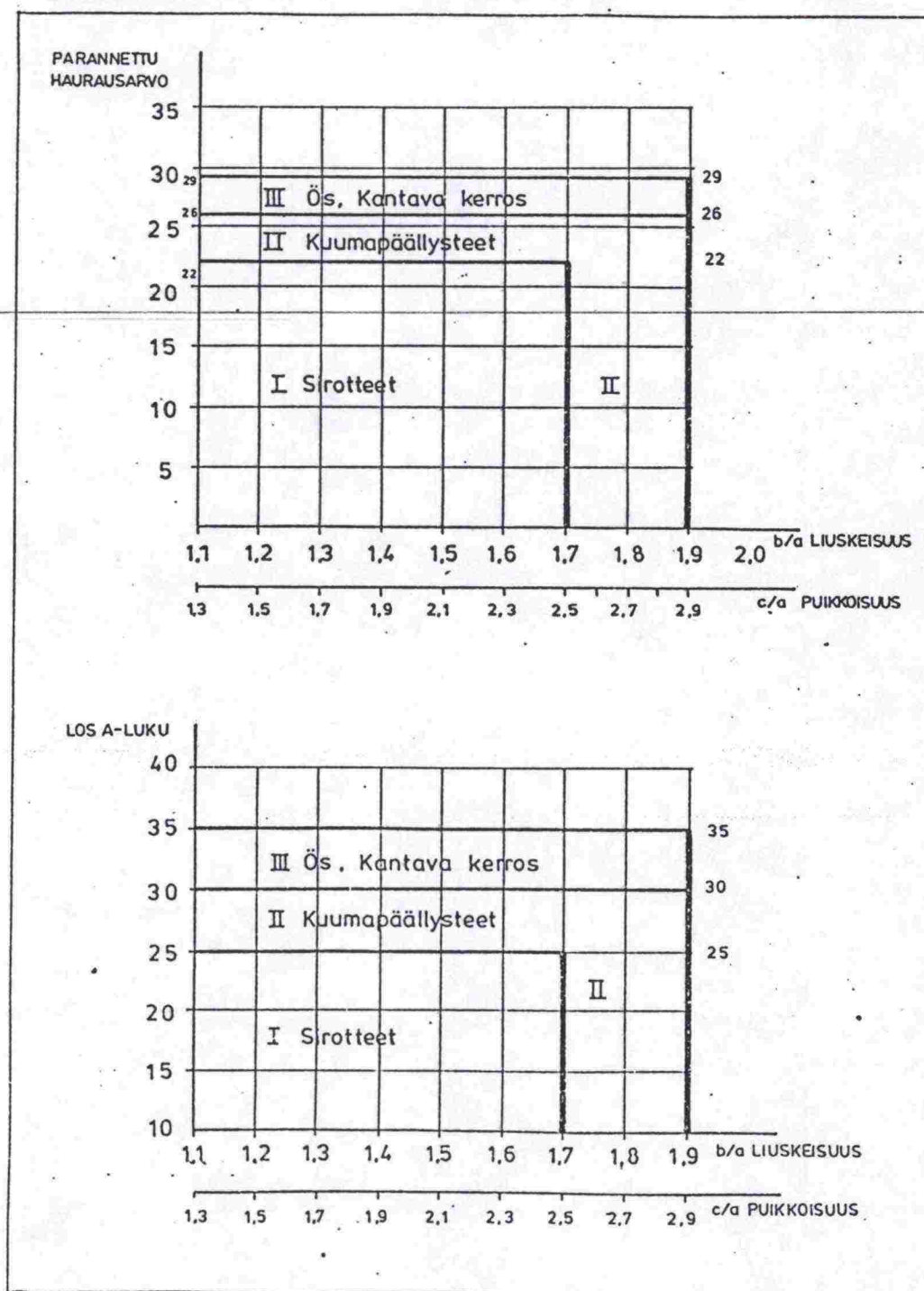
Kuva 6 b Aluejako päällystekiviainesten laatuvaatimuksille

Siten käytössä oleva kunnossapitoaluejako soveltuu pääosin myös päällystekiviainesten laatuvaatimusten aluejaon perustaksi. Alueelliset erot kivilajien esiintymisessä ja myös hallinnolliset tekijät ovat sanelleet aluejaon lopulliset rajat (kuva 6 b). Jaossa on noudatettu, kuten kuvasta 6 b näkyy, piirien rajoja. Siten alueeseen A kuuluvat Uudenmaan ja Turun piirit. Alueeseen B kuuluvat Hämeen, Kymen, Mikkelin, Pohjois-Karjalan, Kuopion, Keski-Suomen, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan piirit. Alueeseen C kuuluvat Kainuun, Oulun ja Lapin piirit. Jakoa sovelletaan niin, että lujuusominaisuuksien osalta alueella A on tiukimmat ja alueella C lievimmät vaatimukset. Kyseiset vaatimusrajat on esitetty kohdassa 3.24.

3.24 Ehdotus luokkarajoiksi

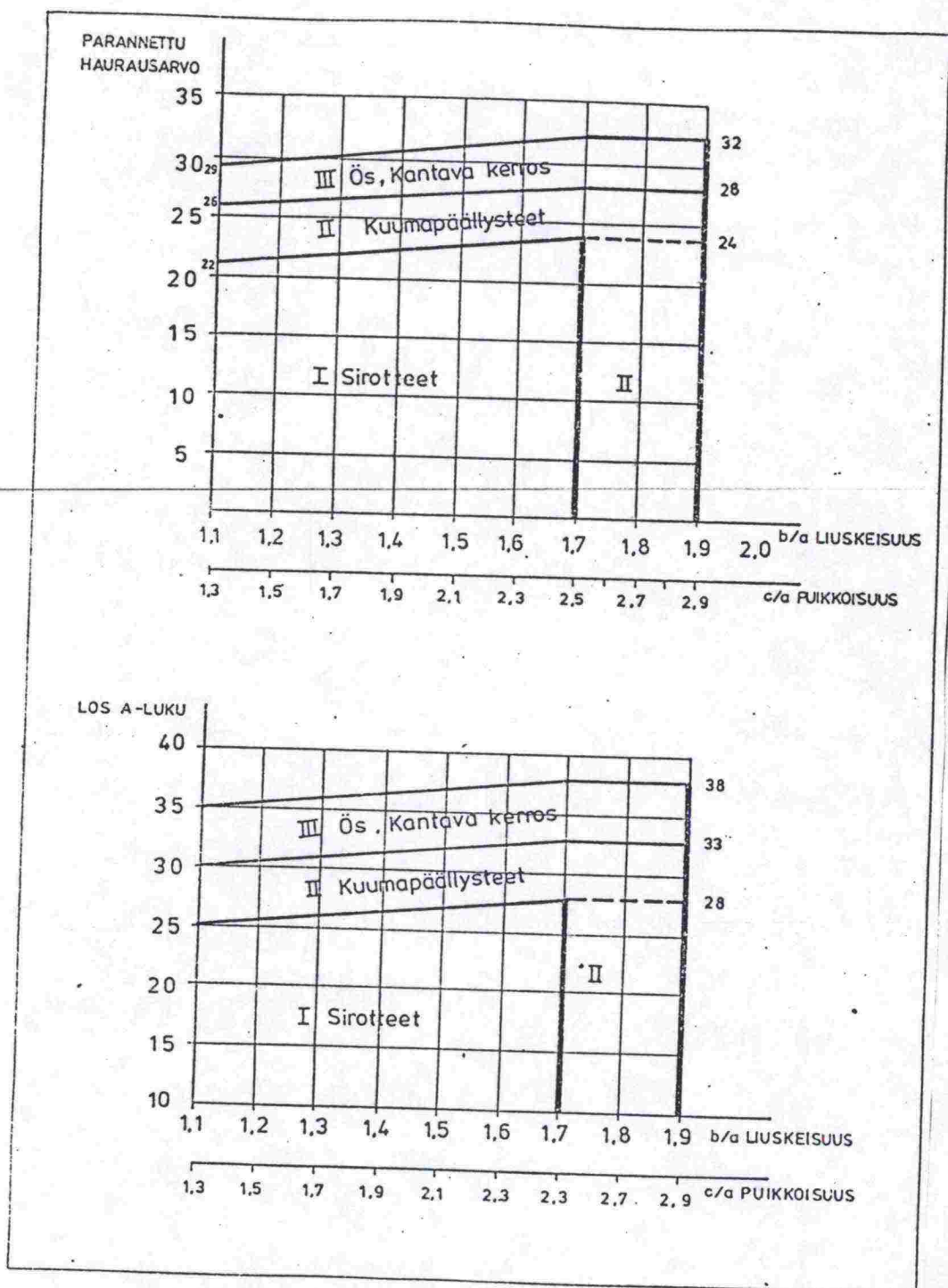
Edellä esitetyn perusteella on kuvissa 7,8 ja 9 esitetty uudet vaatimusrajat. Vähäliikenteisten teiden (KVL 1500 autoa/vrk) päällystemassojen valmistukseen käytettävälle III luokan

kiviainekselle ei kuitenkaan aseteta muotoarvovaatimusta. Sirotteisiin käytettävälle kiviainekselle asetetaan muotoarvovaatimus käyttökohteiden vaativan laadun ja työmenetelmästä johtuvien syiden takia. Luokitusta sovellettaessa tulisi muotoarvojen osalta käyttää ensisijaisesti liuskeisuutta (b/a) laatuluokan määrittämiseen. Samoin Los Angeles -luku olisi määräävämpi laatuluokkaa määrittäessä.



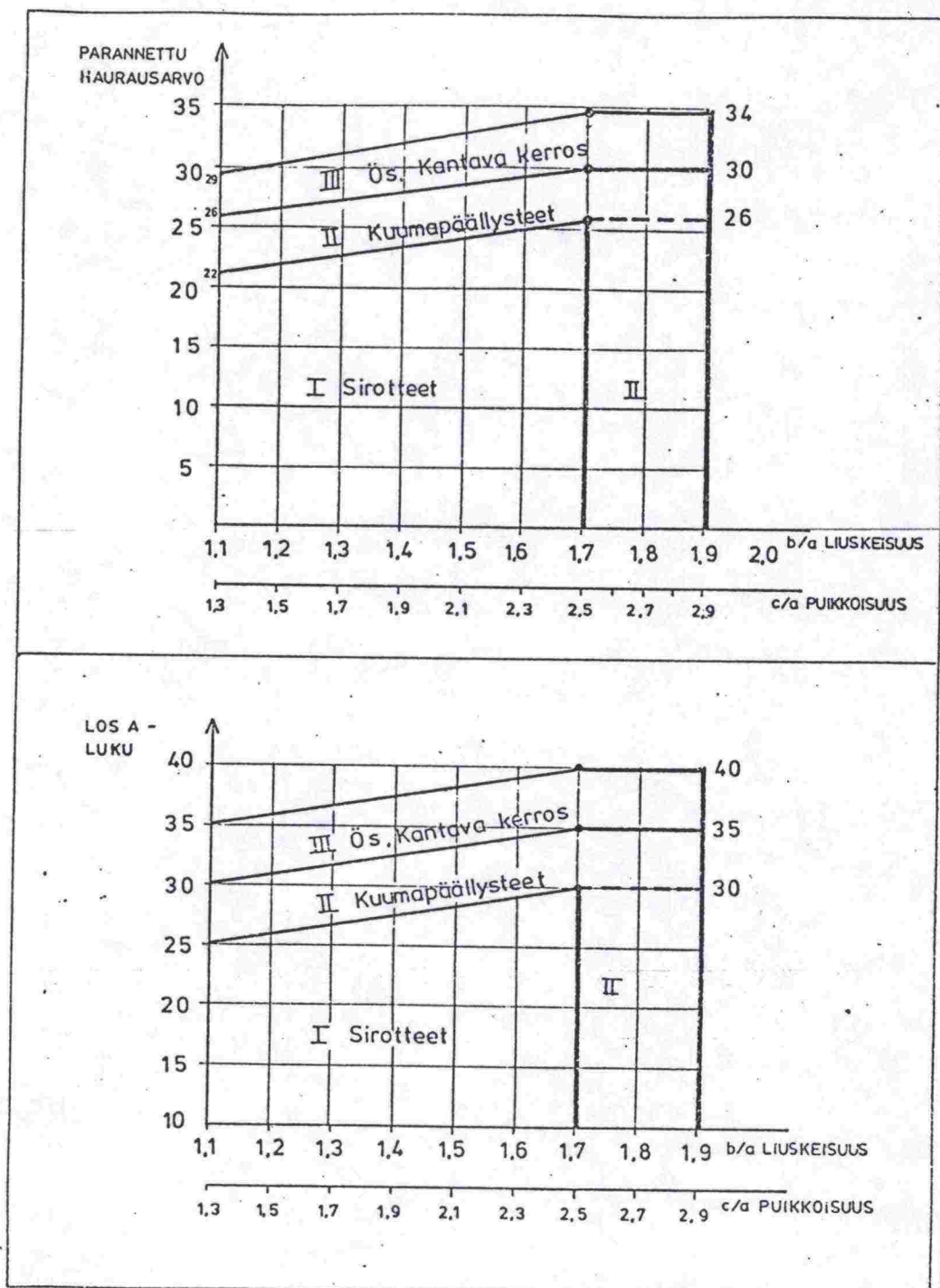
Kuva 7. Ehdotus luokkarajoiksi alueella A

Alueen A tutkituista kiviaineksista n. 86 % sijoittuisi näiden vaatimusrajojen perusteella I ja II luokkiin.



Kuva 8. Ehdotus luokkarajoiksi alueella B

Alueen B tutkituista kiviaineksista sijoittuisi n. 83 % I ja II luokkiin kuvan 8 laatuluokkarajoilla.



Kuva 9. Ehdotus luokkarajoiksi alueella C

Alueella C sijoittuisi n. 85 % tutkituista kiviaineksista I ja II luokkiin kuvan 9 vaatimusrajoilla.

Ehdotetun luokituksen käyttöä helpottaa, jos otetaan käyttöön liitteen 4. mukaiset "kivitutkimusseloste"-lomakkeet.

3.25 Lujuus- ja muoto-ominaisuuksien vaikutuksesta kulutuskestävyyteen

Tässä luvussa esitetään viittauksia kuviin 7, 8 ja 9. Nämä kuvat löytyvät kohdasta 3.24 Ehdotus luokkarajoiksi.

Tutkimusten /5/, /7/, /8/, /9/, /10/, /16/ ja TVH:n ohjeen "Päällystesuunnittelu" /14/ perusteella voidaan arvioida, että Los Angeles -luvun kasvaminen 10 yksiköllä vähentää päällysteen kulutuskestävyyttä 10 - 22 %. Weckström /16/ on esittänyt, että po. vaikutus on 10 %:n luokkaa.

Kiviaineksen muotoarvoilla on tutkimuksissa /16/ ja /17/ havaittu seuraavanlaisia ominaisuuksia. Muotoarvoiltaan puikkoinen murskesora lisää päällysteen lujuutta merkitsevästi ja päällystemassan Marshall-lujuutta melkein merkitsevästi /16/. Myös maalajin kitkakulman on todettu kasvavan puikkoisuuden kasvaessa. /18/.

Edelleen voidaan arvioida /17/, että muotoarvojen asettaminen kuvien 7, 8 ja 9 mukaisiksi lisää päällysteen kulutuskestävyyttä keskimäärin 5 % nyt käytössä olevaan vaatimustasoon verrattuna.

Kun lasketaan lujuusominaisuuksien muutoksen vaikutus ja muotoominaisuuksien muutoksen vaikutus yhteen, saadaan yhteisvaikutukseksi:

Alueella A	kulutuskestävyys lisääntyy keskimäärin n. 4 %
Alueella B	kulutuskestävyyden muutos on käytännössä hyvin pieni, keskimäärin + 2 %
Alueella C	kulutuskestävyyden muutos on keskimäärin \pm 0 %. Huonoimillaankin muutos on - 4 % laatuokassa III.

Kritiikkiä

Kulutuskestävyys ei yksin ole riittävä peruste, kun arvioidaan päällysteen käyttöikä.

Massan epähomogeenisuudesta johtuvat vauriot sekä niiden esiintymisfrekvenssi ovat eräs peruste uusittaessa päällystettä.

Kun lisäksi deformatuminen liikenteen vaikutuksesta otetaan urautumistarkastelussa huomioon, havaitaan, että päällysteen uusimistarve usein johtuukin muista tekijöistä kuin pelkästä kulumisesta.

3.26 Kiviaineksen laatuvaatimukset sitomattoman kantavan kerroksen materiaalille

Eräät viimeaikaiset tutkimukset ja kokemukset ovat antaneet aiheutta uskoa, että tien päällysteen lisäksi myös päällysrakenteen sitomattomat kerrokset, lähinnä kantava kerros, joutuvat ajoittain hyvinkin voimakkaan rasituksen alaiseksi. Tämä etenkin rakennusaikana tiivistystyön ja työmaaliikenteen vaikutuksesta. Kun nämä rasitukset ovat olleet kyllin suuria, on kantavassa kerroksessa oleva kiviaines murskautunut, jolloin materiaalin rakeisuusjakautuma on muuttunut. Joissakin tapauksissa jopa niin, että materiaalista on tullut routivaa. Siitä on ollut eri tekijöiden vaikutuksesta seurauksena nopea päällysteen vaurioituminen lähinnä verkkohalkeamien muodossa.

Edellä esitetyn perusteella tuntuu tarkoituksenmukaiselta, että myös kantavaan kerrokseen käytettävälle kiviainekselle asetetaan lujuus- ja muotovaatimuksia. Kohdassa 3.24 Öljysoralle (luokka III) esitettyt vaatimukset soveltuvat myös vaatimusrajoiksi sitomattoman kantavan kerroksen materiaalille, kun vertailuna käytetään taulukkoon 14 kerättyä tietoa muutamien maiden vaatimuksista /3/.

Taulukko 14. Kantavan kerroksen materiaalien eräitä kriteereitä eri maissa

	Los Angeles-luku	0,074 läpäisy %	Rapautumishäviö sulfaattiliuoksessa %
KANADA			
- Nova Scotia	≤ 35 ≤ 45	≤ 0 - 5 % 10 %	< 20/G, ≤ 15/A, B
- New Brunswick	≤ 30 ≤ 35	≤ 0 - 2 %	≤ 10 (MgSO ₄)
- Quebec	≤ 40	≤ 0 - 5 % ≤ 0 - 8 %	
TANSKA	≤ 40	≤ 0 - 9 %	
SUOMI	≤ 35	≤ 0 - 6 %	
RANSKA	≤ 20	≤ 0 - 10 %	
JAPANI	≤ 40	≤ 1 - 7 %	≤ 15
ESPANJA	≤ 40		
USA	≤ 50...	≤ 0 - 5...	
	vaihtelee osavaltioista riippuen	10 - 40 osavaltioista riippuen	

4. YHTEENVETO, SUOSITUKSET

4.1 Yhteenveto

Voidaan todeta, että nykyisellään voimassa olevat murskeiden laatuvaatimukset ovat liian tiukat.

Muotoarvojen vaikutus päällysteen kestävyYTEEN on ristiriidassa voimassa olevien vaatimusten kanssa.

Lujuusominaisuuksien osalta voidaan vaatimusrajoja muuttaa kuvien 7, 8 ja 9 mukaisiksi päällysteen uusimisvälin oleellisesti muuttumatta.

Kun rajat asetetaan kuvien 7, 8 ja 9 mukaisiksi, saadaan noin 84 % koko maan tutkitusta aineistosta sijoittumaan kahteen ensimmäiseen laatuluokkaan. Alueella A n. 86 %, alueella B n. 83 % ja alueella C n. 85 % sijoittuu kahteen ensimmäiseen laatuluokkaan.

4.2 Suositukset

4.21 Välittömät toimenpiteet

Kohdassa 3.24 esitetyt luokkarajat tulisi ottaa käyttöön vuoden 1981 alusta lukien.

Tällä toimenpiteellä saavutettaisiin vuosittain huomattavaa kustannusten säästöä, kun rakennuskohteiden lähellä olevat kiviainekset olisi nykyistä paremmin mahdollista käyttää hyväksi.

4.22 Jatkotoimenpiteet

ATK-ajojen perustana olevat kiviainestiedot ovat saattaneet olla eri tavoin valikoituneita. Tästä syystä olisi asian jatkotutkimuksia varten eri piireistä kerättävä tietoja samoin perustein. Tässä tutkitun TVH:n aineiston lisäksi olisi kaikki piireissä tehdyt määritykset kerättävä yhteen ja niistä suoritettava laajempi selvitys. Tulosten perusteella voitaisiin aikanaan tarkistaa nyt tehtyä luokitusehdotusta.

5. KIRJALLISUUSLUETTELO

1. Huhtala M., Päällysteiden plastiset deformaatiot, VTT, Tie- ja liikennelaboratorio, Tiedonanto 49, Espoo 1979
2. Höbada P., Nedbrytningen av stenmaterialet i ostabiliserade bärlager genom byggnadprocesser och trafik - en litteraturstudie, Statens väg- och trafikinstitut, internrapport Nr 210, Lindköping 1975
3. Höbada P., Översikt av några olika länders föreskrifter för bär- och förstärkningslagergrus, Statens väg- och trafikinstitut, internrapport Nr 82, Stockholm 1972
4. Kauranne K., On the abrasion and impact strength of gravel and rocks in Finland, Otaniemi 1970.
5. Neste Oy, Tutkimusraportti n:o 195, 1979
6. Neste Oy, Tutkimusraportti n:o 197, 1976
7. Neste-Nynäs, samarbetet, Forskningsrapport Nr 10, 1977
8. Neste-Nynäs, samarbetet, Forskningsrapport Nr 11, 1977
9. Neste-Nynäs, samarbetet, Forskningsrapport Nr 12, 1977
10. Neste-Nynäs, samarbetet, Slitageundersökningar Asfaltbetong, 1978
11. Nikkanen K., Päällysrakennekerrosten vaikutus verkkohalkeiluun TVL:n Keski-Pohjanmaan piirissä, Diplomityö 1980
12. Reihe M., Kiviainesten ominaisuudet ja niiden vaikutus asfalttipäällysteiden ominaisuuksiin, Diplomityö 1967

13. TVH, Murskaustyon valvontaohjeet 1976
14. TVH, Päällystesuunnittelu, Helsinki 1978
15. TVH, Tien kunnossapito 1976
16. Weckström L., Kiviaineksen vaikutuksesta asfalttipäällysteiden ominaisuuksiin Suomessa vv. 1976 - 72 suoritetuista tienpäällystystöistä saatujen tulosten valossa, Helsinki 1974
17. VTT, Tie- ja liikennelaboratorio, Päällystekoetie Piikkiössä, Tutkimusselostus 175, Espoo 1980
18. Ylösjoki M., Tien kantavassa kerroksessa käytettävän kiviaineksen laadun vaikutuksesta kitkakulmaan, Diplomitö 1969

Murskausaineiston näytteiden muoto- ja lujuusarvojen
korrelaatiokertoimet piireittäin

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.9086		
HAURAUUS	0.1713	0.1728	
LOS ANGELES-LUKU	-0.2115	-0.2363	0.6046

Taulukko 1. Uudenmaan piiri N = 201

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.9034		
HAURAUUS	0.1435	0.0230	
LOS ANGELES-LUKU	-0.2361	-0.3250	0.7770

Taulukko 2. Turun piiri N = 42

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.9612		
HAURAUUS	-0.2093	-0.1760	
LOS ANGELES-LUKU	-0.4407	-0.4017	0.8926

Taulukko 3. Hämeen piiri N = 38

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.9124		
HAURAUUS	0.1361	0.0726	
LDS ANGELES-LUKU	-0.2885	-0.2787	0.6129

Taulukko 4. Kymen piiri N = 74

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.9316		
HAURAUUS	0.4300	0.2985	
LDS ANGELES-LUKU	0.0948	-0.0191	0.7823

Taulukko 5. Mikkelin piiri N = 84

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.8896		
HAURAUUS	0.3541	0.3315	
LDS ANGELES-LUKU	0.0944	0.1224	0.6421

Taulukko 6. Pohjois-Karjalan piiri N = 81

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.9073		
HAURAUUS	0.1529	0.1469	
LDS ANGELES-LUKU	-0.0197	-0.0152	0.8082

Taulukko 7. Kuopion piiri N = 99

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.9262		
HAURAUUS	0.0456	0.0810	
LOS ANGELES-LUKU	-0.2850	-0.2538	0.8074

Taulukko 8. Keski-Suomen piiri N = 47

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.8761		
HAURAUUS	0.0536	-0.0897	
LOS ANGELES-LUKU	-0.1811	-0.2961	0.8848

Taulukko 9. Vaasan piiri N = 110

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.9245		
HAURAUUS	-0.0355	-0.0453	
LOS ANGELES-LUKU	-0.2455	-0.2386	0.6343

Taulukko 10. Keski-Pohjanmaan piiri N = 115

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.9731		
HAURAUUS	0.1276	0.1677	
LOS ANGELES-LUKU	-0.3392	-0.3614	0.6189

Taulukko 11. Oulun piiri N = 12

LIITE 1

4

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.9511		
HAURAUUS	0.5793	0.5421	
LOS ANGELES-LUKU	-0.2707	-0.2460	0.3340

Taulukko 12. Kainuun piiri N = 35

	Muoto- arvo (puik- koisuus)	Muoto- arvo (lius- keisuus)	Hauraus
MUOTOARVO (LIUSKEISUUS)	0.8687		
HAURAUUS	0.1366	-0.1653	
LOS ANGELES-LUKU	-0.1905	-0.4665	0.8221

Taulukko 13. Lapin piiri N = 11

Aineiston jakautuminen piireittäin, kun koko maan tavoitejakautuma on I 45 %, II 45 % ja III 5 %.

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	59	≤ 21	57	≤ 2,5	54	≤ 1,7	57
II	≤ 35	37	≤ 30	40	≤ 3,1	32	≤ 2,0	33
III	≤ 38	2	≤ 33	2	≤ 3,3	8	≤ 2,1	5
IV	> 38	2	> 33	1	> 3,3	6	> 2,1	5

Taulukko 1: Murskausaaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Uudenmaan piiri N = 201

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	60	≤ 21	52	≤ 2,5	43	≤ 1,7	50
II	≤ 35	36	≤ 30	38	≤ 3,1	45	≤ 2,0	36
III	≤ 38	2	≤ 33	2	≤ 3,3	5	≤ 2,1	5
IV	> 38	2	> 33	7	> 3,3	7	> 2,1	10

Taulukko 2: Murskausaaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Turun piiri N = 42

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	32	≤ 21	29	≤ 2,5	29	≤ 1,7	45
II	≤ 35	53	≤ 30	58	≤ 3,1	50	≤ 2,0	40
III	≤ 38	3	≤ 33	3	≤ 3,3	13	≤ 2,1	8
IV	> 38	13	> 33	11	> 3,3	8	> 2,1	8

Taulukko 3: Murskausaaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Hämeen piiri N = 38

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	18	≤ 21	43	≤ 2,5	77	≤ 1,7	72
II	≤ 35	73	≤ 30	47	≤ 3,1	14	≤ 2,0	26
III	≤ 38	5	≤ 33	8	≤ 3,3	5	≤ 2,1	3
IV	> 38	4	> 33	1	> 3,3	4	> 2,1	-

Taulukko 4: Murskausaaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Kymen piiri N = 74

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	39	≤ 21	39	≤ 2,5	41	≤ 1,7	50
II	≤ 35	52	≤ 30	48	≤ 3,1	49	≤ 2,0	41
III	≤ 38	2	≤ 33	6	≤ 3,3	6	≤ 2,1	6
IV	> 38	6	> 33	7	> 3,3	5	> 2,1	4

Taulukko 5: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin
eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Mikkelin piiri N = 84

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	37	≤ 21	25	≤ 2,5	30	≤ 1,7	44
II	≤ 35	54	≤ 30	63	≤ 3,1	61	≤ 2,0	47
III	≤ 38	5	≤ 33	5	≤ 3,3	4	≤ 2,1	7
IV	> 38	4	> 33	7	> 3,3	6	> 2,1	1

Taulukko 6: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin
eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Pohjois-Karjalan piiri N = 81

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	44	≤ 21	43	≤ 2,5	49	≤ 1,7	61
II	≤ 35	48	≤ 30	47	≤ 3,1	47	≤ 2,0	35
III	≤ 38	2	≤ 33	3	≤ 3,3	3	≤ 2,1	2
IV	> 38	6	> 33	7	> 3,3	2	> 2,1	2

Taulukko 7: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin
eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Kuopion piiri N = 99

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	38	≤ 21	40	≤ 2,5	60	≤ 1,7	60
II	≤ 35	51	≤ 30	47	≤ 3,1	38	≤ 2,0	38
III	≤ 38	2	≤ 33	4	≤ 3,3	-	≤ 2,1	-
IV	> 38	9	> 33	9	> 3,3	2	> 2,1	2

Taulukko 8: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin
eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Keski-Suomen piiri N = 47

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	28	≤ 21	26	≤ 2,5	46	≤ 1,7	54
II	≤ 35	52	≤ 30	59	≤ 3,1	50	≤ 2,0	40
III	≤ 38	7	≤ 33	7	≤ 3,3	4	≤ 2,1	6
IV	> 38	13	> 33	7	> 3,3	-	> 2,1	1

Taulukko 9: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin
eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Vaasan piiri N = 110

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	75	≤ 21	67	≤ 2,5	43	≤ 1,7	46
II	≤ 35	23	≤ 30	29	≤ 3,1	42	≤ 2,0	38
III	≤ 38	1	≤ 33	2	≤ 3,3	6	≤ 2,1	4
	> 38	2	> 33	3	> 3,3	10	> 2,1	11

Taulukko 10: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Keski-Pohjanmaan piiri N = 115

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	50	≤ 21	25	≤ 2,5	8	≤ 1,7	8
II	≤ 35	33	≤ 30	50	≤ 3,1	58	≤ 2,0	58
III	≤ 38	17	≤ 33	8	≤ 3,3	-	≤ 2,1	17
IV	> 38	-	> 33	17	> 3,3	33	> 2,1	17

Taulukko 11: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Oulun piiri N = 12

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	23	≤ 21	20	≤ 2,5	49	≤ 1,7	63
II	≤ 35	74	≤ 30	71	≤ 3,1	31	≤ 2,0	23
III	≤ 38	3	≤ 33	9	≤ 3,3	3	≤ 2,1	3
IV	> 38	-	> 33	-	> 3,3	17	> 2,1	11

Taulukko 12: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Kainuun piiri N = 35

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	36	≤ 21	27	≤ 2,5	46	≤ 1,7	55
II	≤ 35	9	≤ 30	18	≤ 3,1	55	≤ 2,0	46
III	≤ 38	9	≤ 33	18	≤ 3,3	-	≤ 2,1	-
IV	> 38	46	> 33	36	> 3,3	-	> 2,1	-

Taulukko 13: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Lapin piiri N = 11

Laatu- luokka	Los A- luku	% - osuus	Par. hauraus	% - osuus	Muotoarvo			
					puik- koisuus	% - osuus	lius- keisuus	% - osuus
I	≤ 25	45	≤ 21	44	≤ 2,5	48	≤ 1,7	54
II	≤ 35	46	≤ 30	47	≤ 3,1	42	≤ 2,0	37
III	≤ 38	3	≤ 33	4	≤ 3,3	5	≤ 2,1	5
IV	> 38	6	> 33	5	> 3,3	6	> 2,1	5

Taulukko 14: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (luokitus B, koko maa)
Koko maa N = 949

Aineiston jakautuminen luokkiin kunkin kriteerin mukaan erikseen piireittäin ja koko maan osalta voimassa olevien luokkarajojen mukaan

Laatu-luokka	Los A-luku	% -osuus	Par. hauraus	% -osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	% -osuus	lius-keisuus	% -osuus
I	≤ 25	59	≤ 18	33	≤ 2,5	54	≤ 1,5	7
II	≤ 30	28	≤ 22	30	≤ 2,7	13	≤ 1,6	20
III	≤ 35	9	≤ 27	28	≤ 2,9	13	≤ 1,7	30
IV	> 35	4	> 27	9	> 2,9	20	> 1,7	43

Taulukko 1: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Uudenmaan piiri N = 201

Laatu-luokka	Los A-luku	% -osuus	Par. hauraus	% -osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	% -osuus	lius-keisuus	% -osuus
I	≤ 25	60	≤ 18	31	≤ 2,5	43	≤ 1,5	5
II	≤ 30	24	≤ 22	24	≤ 2,7	17	≤ 1,6	31
III	≤ 35	12	≤ 27	26	≤ 2,9	19	≤ 1,7	14
IV	> 35	5	> 27	19	> 2,9	21	> 1,7	50

Taulukko 2: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Turun piiri N = 42

Laatu-luokka	Los A-luku	% -osuus	Par. hauraus	% -osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	% -osuus	lius-keisuus	% -osuus
I	≤ 25	32	≤ 18	13	≤ 2,5	29	≤ 1,5	8
II	≤ 30	29	≤ 22	24	≤ 2,7	24	≤ 1,6	13
III	≤ 35	24	≤ 27	37	≤ 2,9	18	≤ 1,7	24
IV	> 35	16	> 27	26	> 2,9	29	> 1,7	55

Taulukko 3: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Hämeen piiri N = 38

Laatu-luokka	Los A-luku	% -osuus	Par. hauraus	% -osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	% -osuus	lius-keisuus	% -osuus
I	≤ 25	18	≤ 18	14	≤ 2,5	77	≤ 1,5	14
II	≤ 30	37	≤ 22	43	≤ 2,7	7	≤ 1,6	37
III	≤ 35	37	≤ 27	28	≤ 2,9	4	≤ 1,7	22
IV	> 35	10	> 27	15	> 2,9	12	> 1,7	28

Taulukko 4: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Kymen piiri N = 74

Laatu-luokka	Los A-luku	%osuus	Par. hauraus	%osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	%osuus	lius-keisuus	%osuus
I	≤ 25	39	≤ 18	23	≤ 2,5	41	≤ 1,5	5
II	≤ 30	43	≤ 22	19	≤ 2,7	21	≤ 1,6	11
III	≤ 35	10	≤ 27	35	≤ 2,9	17	≤ 1,7	35
IV	> 35	8	> 27	24	> 2,9	21	> 1,7	50

Taulukko 5: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Mikkelin piiri N = 84

Laatu-luokka	Los A-luku	%osuus	Par. hauraus	%osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	%osuus	lius-keisuus	%osuus
I	≤ 25	37	≤ 18	9	≤ 2,5	30	≤ 1,5	3
II	≤ 30	35	≤ 22	22	≤ 2,7	25	≤ 1,6	15
III	≤ 35	20	≤ 27	41	≤ 2,9	21	≤ 1,7	27
IV	> 35	9	> 27	28	> 2,9	25	> 1,7	56

Taulukko 6: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Pohjois-Karjalan piiri N = 81

Laatu-luokka	Los A-luku	%osuus	Par. hauraus	%osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	%osuus	lius-keisuus	%osuus
I	≤ 25	44	≤ 18	24	≤ 2,5	49	≤ 1,5	6
II	≤ 30	30	≤ 22	25	≤ 2,7	30	≤ 1,6	12
III	≤ 35	17	≤ 27	27	≤ 2,9	11	≤ 1,7	42
IV	> 35	8	> 27	23	> 2,9	10	> 1,7	39

Taulukko 7: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Kuopion piiri N = 99

Laatu-luokka	Los A-luku	%osuus	Par. hauraus	%osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	%osuus	lius-keisuus	%osuus
I	≤ 25	38	≤ 18	9	≤ 2,5	60	≤ 1,5	6
II	≤ 30	36	≤ 22	40	≤ 2,7	21	≤ 1,6	19
III	≤ 35	15	≤ 27	38	≤ 2,9	11	≤ 1,7	34
IV	> 35	11	> 27	13	> 2,9	9	> 1,7	40

Taulukko 8: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Keski-Suomen piiri N = 47

Laatu-luokka	Los A-luku	%osuus	Par. hauraus	%osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	%osuus	lius-keisuus	%osuus
I	≤ 25	28	≤ 18	12	≤ 2,5	46	≤ 1,5	6
II	≤ 30	27	≤ 22	25	≤ 2,7	24	≤ 1,6	21
III	≤ 35	25	≤ 27	34	≤ 2,9	13	≤ 1,7	26
IV	> 35	20	> 27	30	> 2,9	17	> 1,7	46

Taulukko 9: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Vaasan piiri N = 110

Laatu-luokka	Los A-luku	%osuus	Par. hauraus	%osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	%osuus	lius-keisuus	%osuus
I	≤ 25	75	≤ 18	36	≤ 2,5	43	≤ 1,5	4
II	≤ 30	19	≤ 22	37	≤ 2,7	19	≤ 1,6	13
III	≤ 35	4	≤ 27	16	≤ 2,9	16	≤ 1,7	30
IV	> 35	3	> 27	12	> 2,9	23	> 1,7	54

Taulukko 10: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Keski-Pohjanmaan piiri N = 115

Laatu-luokka	Los A-luku	%osuus	Par. hauraus	%osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	%osuus	lius-keisuus	%osuus
I	≤ 25	50	≤ 18	-	≤ 2,5	8	≤ 1,5	-
II	≤ 30	25	≤ 22	25	≤ 2,7	17	≤ 1,6	8
III	≤ 35	8	≤ 27	42	≤ 2,9	25	≤ 1,7	-
IV	> 35	17	> 27	33	> 2,9	50	> 1,7	92

Taulukko 11: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Oulun piiri N = 12

Laatu-luokka	Los A-luku	%osuus	Par. osuus	%osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	%osuus	lius-keisuus	%osuus
I	≤ 25	23	≤ 18	6	≤ 2,5	49	≤ 1,5	9
II	≤ 30	66	≤ 22	26	≤ 2,7	23	≤ 1,6	14
III	≤ 35	9	≤ 27	46	≤ 2,9	6	≤ 1,7	40
IV	> 35	3	> 27	23	> 2,9	23	> 1,7	37

Taulukko 12: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Kainuun piiri N = 35

Laatu-luokka	Los A-luku	%osuus	Par. hauraus	%osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	%osuus	lius-keisuus	%osuus
I	≤ 25	36	≤ 18	18	≤ 2,5	46	≤ 1,5	9
II	≤ 30	9	≤ 22	9	≤ 2,7	27	≤ 1,6	27
III	≤ 35	-	≤ 27	18	≤ 2,9	18	≤ 1,7	18
IV	> 35	55	> 27	55	> 2,9	9	> 1,7	46

Taulukko 13: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Lapin piiri N = 11

Laatu-luokka	Los A-luku	%osuus	Par. hauraus	%osuus	Muotoarvo			
					puik-koisuus	%osuus	lius-keisuus	%osuus
I	≤ 25	45	≤ 18	22	≤ 2,5	48	≤ 1,5	6
II	≤ 30	31	≤ 22	29	≤ 2,7	20	≤ 1,6	18
III	≤ 35	15	≤ 27	30	≤ 2,9	14	≤ 1,7	30
IV	> 35	9	> 27	19	> 2,9	19	> 1,7	46

Taulukko 14: Murskausaineiston näytteiden sijoittuminen laatuluokkiin eri kriteerien perusteella (voimassa olevat luokkarajat)
Koko maa N = 949

A

Uudenmaan
Turun

piiri

Tieosa/Työmaa						
Näytteen ottoaikka						
Näytteen laatu						
<input type="checkbox"/> louhoskiveä	<input type="checkbox"/> kiviä	<input type="checkbox"/> soraa	<input type="checkbox"/> murskettä	<input type="checkbox"/> murskesoraa	<input type="checkbox"/> sepeliä, lajite	mm
Näytteen ottoaika		Näytteen ottaja			mm	
Käyttötarkoitus					mm	
Kivilaji						
Näytteen tunnus						
Tutkimustulokset:						
Kiintotiheys						
Muotoarvo (c/a, b/a)						
Parannettu haurausarvo						
Los Angelesluku						
Humus (NaOH)						
Liete (□) <0,074 mm)						
Murtopintaluku						
Irtotiheys □ mm						
Vaatimukset:						
LOS A-LUKU		PARANNETTU HAURAU SARVO		Murto-pintaluku		
				I 30/30 II 30/30		
Huomautuksia						
Kelpoisuus:				Geologi		
Pintakäsittelyt						
Kuumapäällysteet						
Kylmäpäällysteet						
Kantava kerros						

B

☐

Hämeen
Kymen
Mikkelin

☐

Pohjois-Karjalan
Kuopion
Keski-Suomen

☐

Vaasan
Keski-Pohjanmaan
piiri

Päivämäärä

Tieosa/Työmaa

Näytteen ottopaikka

Näytteen laatu

☐ louhoskiveä ☐ kiviä ☐ soraa ☐ mursketta ☐ murskesoraa ☐ sepeliä, lajite mm

Näytteen ottoaika

Näytteen ottaja

mm

Käyttötarkoitus

mm

Kivilaji

Näytteen tunnus

Tutkimustulokset:

Kiintotiheys

Muotoarvo (c/a, b/a)

Parannettu haurausarvo

Los Angelesluku

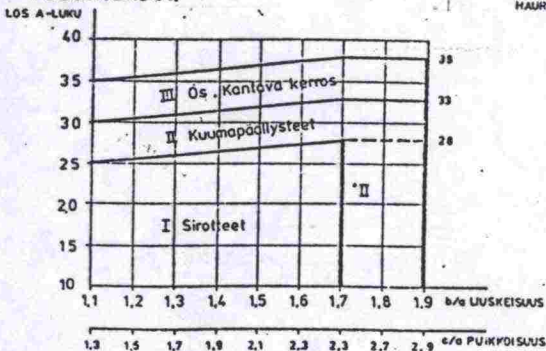
Humus (NaOH)

Liete (\square) <0,074 mm

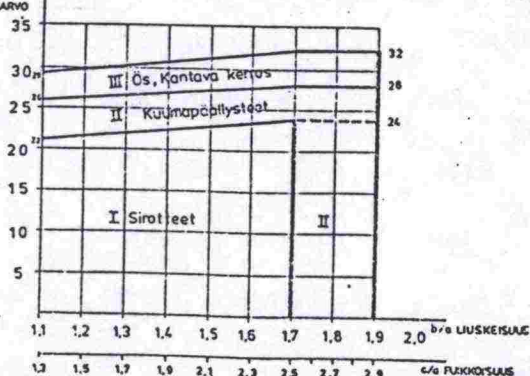
Murtopintaluku

Irtotiheys \square mm

Vaatimukset:



PARANNETTU
HAURAU SARVO



Murto-
pintaluku

I 30/30
II 30/30

Huomautuksia

Kelpoisuus:

Pintakäsittelyt

Kuumapäällysteet

Kylmäpäällysteet

Kantava kerros

Geologi

C



Oulun
Kainuun
Lapin

piiri

Päivä määrä

Tieosa/Työmaa	
Näytteen ottoaika	
Näytteen laatu	
<input type="checkbox"/> louhoskiveä	<input type="checkbox"/> kiviä
<input type="checkbox"/> soraa	<input type="checkbox"/> mursketta
<input type="checkbox"/> murskesoraa	<input type="checkbox"/> sepeliä, lajite
Näytteen ottoaika	Näytteen ottaja
Käyttötarkoitus	
Kivilaji	

Näytteen tunnus

Tutkimustulokset:

Kiintotiheys

Muotoarvo (c/a, b/a)

Parannettu haurausarvo

Los Angelesluku

Humus (NaOH)

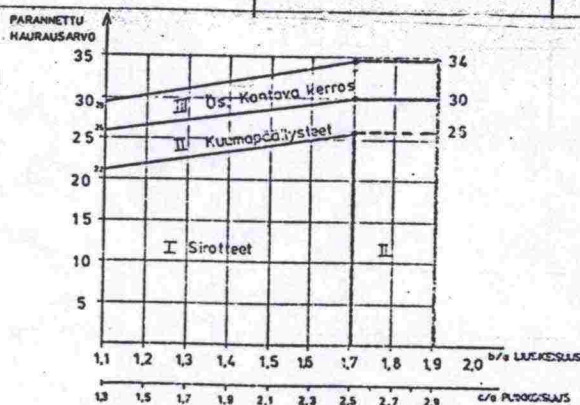
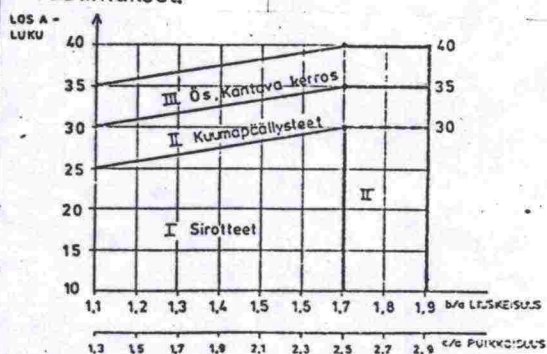
Liete (\square) < 0.074 mm

Murtopintaluku

Irtotiheys \square

mm

Vaatimukset:



Murto-
pintaluku

I 30/30
II 30/30

Huomautuksia

Kelpoisuus:

Pintakäsittely

Kuumapäälysteet

Kylmäpäälysteet

Kantava kerros

Geologi

Sheet 138.